



LAUREA

Paikannuslaitteen käyttö autonlämmittimen etähallintaan, Case uTrace Evaluation Kit



Kääpä, Jukka

Laurea-ammattikorkeakoulu
Laurea Leppävaara

Paikannuslaitteen käyttö autonlämmittimen etähallintaan, Case uTrace Evaluation Kit

Kääpä, Jukka
Tietojenkäsittelyn koulutus-
ohjelma
Opinnäytetyö
Toukokuu, 2010

Kääpä, Jukka

Paikannuslaitteen käyttö autonlämmittimen etähallintaan, Case uTrace Evaluation Kit

Vuosi 2010

Sivumäärä 42

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia soveltuuko Laurea-ammattikorkeakoulun käytössä oleva uTrace Evaluation Kit -paikannuslaite autonlämmittimen etähallintaan. Työn johtajatuksena oli, kun autoon hankitaan uTrace-paikannuslaite, ei erillistä laitetta autonlämmittimen hallintaan tarvitsisi hankkia.

uTrace-paikannuslaitetta etähallitaan tekstiviestein sen sisältämän GSM-modeemin välityksellä. Opinnäytetyössä tätä hallintatapaa verrattiin lyhyen kantaman radiotekniikkaan perustuviin autonlämmittimien etähallintateknikoihin. Työssä toteutettiin onnistuneesti prototyyppi, jossa tekstiviesteillä välitettävien kommentojen avulla uTrace-paikannuslaite ohjaa releen kautta toisen laitteen virtatilaa.

Opinnäytetyössä sovellettiin uTrace-paikannuslaitteesta olemassa olevaa tietoa ja siten laajennettiin laitteen käyttötarkoitusta. Tässä suhteessa kyseessä oli suunnittelutieteellinen, konstruktiivinen tutkimus. Asiaa käsiteltiin kuitenkin vain uTracen näkökulmasta, joten voidaan puhua myös tapaustutkimuksesta. uTrace paikannuslaite esitellään työssä lyhyesti, mutta opinnäytetyön aihe on rajattu pitämään sisällään ainoastaan laitteen etähallintaan ja liitettävyyteen kuuluvat asiat.

Tutkimuksen peruskysymykseen saatiin työssä vastaus, uTrace Evaluation Kit -paikannuslaite soveltuu muiden laitteiden kuten autonlämmittimen etähallintaan. Työn edetessä esiin nousi kuitenkin paljon lisätutkimusta vaativia kysymyksiä ja kehitystarpeita, näitä asioita käydään läpi opinnäytetyön viimeisessä luvussa.

Asiasanat paikannuslaite, tekstiviesti, etähallinta, autonlämmitin

Kääpä, Jukka

Using a positioning device to remote control a car heater, Case uTrace Evaluation Kit

Year	2010	Pages	42
------	------	-------	----

The purpose of this thesis is to examine whether the uTrace Evaluation Kit positioning device is suitable for remote controlling a car heater. The objective is that there is no need for a standalone controlling device, if the same features can be accomplished with the uTrace.

Remote controlling is done with text messages, and the uTrace positioning device utilizes its GSM modem in sending and receiving them. This method is compared to short range radio frequency remote controlling technologies. A prototype that is able to control a power state of another device was implemented in the thesis.

The method of the thesis is constructive research. This research uses existing knowledge of the uTrace Evaluation Kit to expand its intended use. The main characteristics of the device are introduced only briefly, this thesis examines solely functionality of the uTrace Evaluation Kit device's GSM modem and the device's connectivity to other equipment. Finding the right commands to remote control the uTrace Evaluation Kit was also the objective of this thesis.

The research resulted in the outcome that the uTrace Evaluation Kit positioning device is suitable for remote controlling a car heater. However, it also produced a list of subjects that need further examination. These subjects are introduced in the end of this thesis.

Key words positioning device, sms, remote control, car heater

Sisällys

1	Johdanto.....	6
2	Lähtökohdat ja tavoitteet.....	7
2.1	Tausta.....	7
2.2	Tavoitteen määrittely ja rajausta.....	7
2.3	Tutkimusmenetelmä	8
2.4	Keskeisimmät käsitteet.....	9
2.4.1	Paikannuslaite	9
2.4.2	Etähallinta	9
2.4.3	Autonlämmitin	9
2.4.4	GSM.....	10
2.4.5	Tekstiviesti	10
2.4.6	NMEA 0183 -standardi.....	10
2.4.7	Rele.....	11
3	uTrace Evaluation Kit -paikannuslaite.....	12
3.1	Käyttöönotto	12
3.2	Kotelointi, käyttöliittymä ja liitännät.....	13
3.3	Tekniset ominaisuudet.....	16
3.4	uTrace-paikannuslaitteen hallinta	17
3.5	Hallinta verrattuna valmiisiin radiokaukosäätimiin	18
3.5.1	Käytettävyys	18
3.5.2	Toimintaetäisyys.....	20
3.5.3	Tietoturva ja riskit	20
3.5.4	Kustannukset	21
4	Toteutus	22
4.1	Prototyypin rakennus	22
4.2	Prototyypin testaus	24
4.2.1	Hyperterminal.....	24
4.2.2	Releen hallinta GPIO-komennolla	27
4.2.3	Virransäästötilan hallinta	32
4.3	Toiminta-ajan testaaminen	34
5	Johtopäätökset	36
5.1	Tavoitteen toteutuminen	36
5.2	Kehitystarpeet ja kohdatut ongelmat	36
5.3	Muita sovelluksia	38

Lähteet	39
Kuvat, kuviot ja kaaviot.....	41
Taulukot	42

1 Johdanto

Erilaiset navigointilaitteet ovat nykyään arkipäivää. Navigaattoreita löytyy sisäänrakennettuna niin älypuhelimista kuin autoistakin, mutta tavallisesti navigaattori käsitetään erillisenä paikannuslaitteena. Yleensä ne perustuvat GPS-paikannukseen (Global Positioning System), joka on Yhdysvaltojen ilmavoimien rahoittama ja ylläpitämä satelliittipaikannusjärjestelmä (National Space-Based Positioning, Navigation, and Timing Coordination Office 2010). Useimmiten navigaattorissa on oma näyttö ja ohjelmisto, joka reittiohjeita antaen opastaa käyttäjän perille määränpähän. Ohjeet näkyvät laitteen näytöllä, millä on tavallisesti kuvattu karttanäkymä yläviistosta katsoen. Nykyään lähes kaikki navigaattorit sisältävät myös ääniopastuksen, jos eivät vakio-ominaisuutena, niin lisämaksullisena palveluna.

Paikannuslaitteita löytyy kuitenkin myös ilman näyttöä, jolloin ei ole tarkoituksenmukaista puhua navigaattoreista, vaan paikantimista. Yksi tällainen on Laurea-ammattikorkeakoulun Leppävaaran yksikön tietoliikennelaboratorion testikäytössä oleva Fastraxin valmistama uTrace Evaluation Kit. Laitteen testaaminen Laureassa liittyy Tekesin (Teknologian ja innovaatioiden kehittämiskeskus) rahoittamaan Laurean ja Lapin yliopiston yhteiseen Saterisk-projektiin, jossa tutkitaan satelliittipaikannukseen liittyviä riskejä (Saterisk 2009).

Paikannuslaitteiden lisäksi päivittäiseen elämäämme kuuluvat myös tekstiviestien lähettäminen ja niiden vastaanottaminen. Tavallisesti tekstiviestejä käytetään ihmisten väliseen kommunikointiin ja palveluiden ostamiseen. Ne sopivat kuitenkin myös komentojen antamiseen erilaisille laitteille, kuten esimerkiksi valvontajärjestelmille tai kodinkoneille. uTrace Evaluation Kit -laitteessa on GPS-paikannuksen lisäksi GSM/GPRS-modeemi (Groupe Spécial Mobile / General Packet Radio Service) eli yleinen käytössä oleva matkapuhelinjärjestelmä ja siinä käytössä oleva pakettikytkentäinen tiedonsiirtopalvelu (Wikipedia 2010a). Tämä tarkoittaa, että laitteeseen voidaan lähettää tekstiviestejä, jotka tekstisisällöltään ovat NMEA 0183 (National Marine Electronics Association) -protokollaa käyttäviä komentoja. Näillä komennoilla voidaan hallita uTrace paikantimen I/O-portin (Input / Output portin) toimintaa ja rajoitettua paikantimeen kytkettyjä muita laitteita.

Opinnäytetyön keskeisin tavoite on tutkia, voidaanko uTrace Evaluation Kit -paikantimella tekstiviestien välityksellä ohjata auton lämmitysjärjestelmää.

2 Lähtökohdat ja tavoitteet

2.1 Tausta

Opinnäytetyön aihe on Laurea-ammattikorkeakoulusta. Tärkein asia, joka vaikutti sen valintaan, oli ettei nykyiseltä työnantajaltani löytynyt opinnäytetyöksi sopivaa aihetta. Tämän jälkeen sitä etsittiin Laureasta. Keskustelin asiasta Laurea Leppävaaran tietoliikennelaboratorion yliopettajan Jyri Rajamäen kanssa, ja sain häneltä ehdotuksen tämän työn aiheeksi. Toimeksiantajana tässä opinnäytetyössä ovat siis Laurea Leppävaara, tietoliikennelaboratorio ja Jyri Rajamäki.

Työ käsittelee uTrace Evaluation Kit -laitteen hallintaa GSM-ominaisuuden mahdollistamien tekstiviestien avulla. Laite on Laurealla käytössä liittyen Saterisk-projektiin, ja koska työssä käydään läpi sen ominaisuuksia, on se tässä suhteessa osa projektia.

Autonlämmittimien etähallintaan on olemassa useita erilaisia radiotaajuustekniikkaan perustuvia laitteita. Myös tekstiviestein tapahtuvaan hallintaan on jo valmiita ratkaisuja. Periaatteessa kaikki autonlämmittimen hallintatoimenpiteet, jotka ovat mahdollista suorittaa perinteisillä radiotaajuus-kaukosäätimillä, ovat teknisesti mahdollisia myös matkapuhelimella tekstiviestein. Tekstiviestihallinta on näistä etukäteen ajatellen kuitenkin joustavampi. Se ei ole sidottu käyttäjän sijaintiin, riittää kun sekä matkapuhelin että vastaanottava laite ovat matkapuhelinverkon kantoluokalla. Tekstiviestihallinnan haittapuolena verrattuna muihin ratkaisuihin, jotka toimivat kuin kodinelektroniikan kaukosäätimet, voidaan pitää vaivalloisempaa käytettävyyttä.

2.2 Tavoitteen määrittely ja rajaus

Työn tarkoituksena on selvittää, onko uTrace Evaluation Kit -paikanninta mahdollista käyttää autonlämmittimen etähallintaan. Keskeisimpänä ideana on, kun autoon hankitaan uTrace-paikannin, ei erillistä laitetta lämmittimen hallintaan tarvitsisi hankkia. Tässä opinnäytetyössä ei käydä läpi autonlämmittimien tekniikoita tai niiden valmistajia. Moni valmistaja tarjoaa myös omaa ratkaisuaan tekstiviestein tapahtuvaan lämmittimen hallintaan. Yleensä nämä ratkaisut ovat kuitenkin suhteellisen kalliita, ja niiden hankinta voitaisiin välttää, mikäli riittävät toimenpiteet voidaan toteuttaa uTrace paikantimella.

uTrace-laitteen muita ominaisuuksia kuin GSM-toiminnallisuutta tai I/O-porttia ei käsitellä opinnäytetyössä. Laitteesta suoritetaan kuitenkin lyhyt yleisesittely. Opinnäytteessä tullaan vertaamaan toisiinsa erilaisia autonlämmittimien etähallintatekniikoita, niiden ominaispiirteitä, kantamaa ja tietoturvaa. Tekniikoita käsitellään yleisellä tasolla, suoraa laitetason vertailua ei suoriteta.

2.3 Tutkimusmenetelmä

Opinnäytetyössä ei varsinaisesti innovoida uutta, vaan sovelletaan olemassa olevaa tietoa Laurealla käytössä olevan uTrace-paikantimen kanssa, ja siten laajennetaan laitteen käyttötarkoitusta. Tässä suhteessa kyseessä on suunnittelutieteellinen, konstruktiivinen tutkimus (Järvinen & Järvinen 2004, 103). Työ käsittelee kuitenkin asiaa tietyn laitteen näkökulmasta, joten voidaan puhua myös tapaustutkimuksesta (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2008, 130 - 131). Tutkimuksen lähtötila ja tavoitetilä on esitelty jo edellisissä kappaleissa.

Lähdemateriaalin löytämisessä on aina omat ongelmansa. Tässä opinnäytetyössä ei ongelmana ollut niinkään se, ettei työn toteuttamiseksi löytyisi riittävästi tietoa. Ongelmana oli, että tärkein materiaali on uTrace Evaluation Kit -laitteen valmistajan eli tässä tapauksessa Fastraxin itse tuottamaa. Hirsjärvi, Remes ja Sajavaaran (2008, 109) painottama lähdekritiikki ei näiltä osin täyty, koska käytännössä vaihtoehtoja lähteille ei ollut olemassa. Tätä voidaan kuitenkin pitää tutkimuksen aihe huomioiden merkityksettömänä, sillä tärkeintä oli löytää tietoa asiasta kuin se, kuinka monesta lähteestä sama, tai tarvittava, tieto löytyy.

Kirjallisten lähteiden lisäksi myös sähköisiä lähteitä käytetään runsaasti. Toisaalta sähköiset lähteet sopivat tämän opinnäytetyön luonteeseen, sillä kuten todettua tärkein materiaali tulee Fastraxilta, ja suurin osa sähköisistä lähteistä ainoastaan tarkentaa ja selventää tekstiä ja käsitteitä.

Laurean tietoliikennelaboratorio lainasi opinnäytetyötä varten yhden uTrace-paikantimen, ja näin ollen opinnäytetyön tekeminen ja laitteen testaaminen ei ollut sidoksissa sijaintiin, vaan työskentelyä voitiin suorittaa missä tahansa. Käytännön testiä varten hankittiin peruskomponentteja, joiden avulla voitiin todentaa uTracen input/output-portin hallinnan toimivuus tekstiviestikomennoin. Autonlämmittimen käyttö testaustarkoituksessa ei ollut mahdollista.

Opinnäytetyössä esitellään mitä uTracen Evaluation Kit -laitteen käyttöönottoon ja asennukseen tarvitaan. Suoraan työhön liittyvää aikaisempaa suomalaista ammattikorkeakoulutasoista opinnäytetyötä tai tutkimusta ei ennakkoselvityksessä löytynyt.

2.4 Keskeisimmät käsitteet

Tässä luvussa selvennetään opinnäytetyön keskeisimpiä käsitteitä ja termejä. Ne määritellään, koska niillä voidaan tarkoittaa eri yhteyksissä eri asioita, tai niiden määritteleminen on tarpeellista opinnäytetyön tekstin ymmärrettävyyden kannalta.

2.4.1 Paikannuslaite

Paikannuslaitteella tarkoitetaan laitetta, joka GPS-sateliittien välittämien radiosignaalien avulla pystyy määrittämään sijaintinsa maapallolla. Tässä opinnäytetyössä siitä käytetään myös nimikettä paikannin, mikäli laite ei sisällä omaa näyttöä. Paikannuslaitetta, jossa näyttö esittää sijainnin kartalla, kutsutaan navigaattoriksi. Tekniikan Sanastokeskus ry:n paikannussanasto (2002, 30) määrittelee paikannuslaitteen laitteeksi ”joka pystyy laskemaan oman sijaintinsa paikannusjärjestelmän avulla”.

2.4.2 Etähallinta

Tässä opinnäytetyössä etähallinnalla tarkoitetaan laitteen käyttöä jonkin määritelmättömän matkan päästä. Matkan pituudella ei ole merkitystä, vaan sillä että hallintalaitteella ja laitteella jota ohjataan, ei ole fyysistä yhteyttä. Tämä määritelmä ei ole yleispätevä, ja se on tehty ainoastaan tätä työtä silmällä pitäen.

2.4.3 Autonlämmitin

Autonlämmittimiä on perustyyppiltään kahdenlaisia, moottorilämmittimiä ja auton sisätilanlämmittimiä. Nimensä mukaisesti moottorilämmitin lämmittää auton moottoria, ja on hyödyllinen erityisesti talvisin pidentäen moottorin käyttöikää ja vähentäen polttoainekustannuksia sekä päästöjä ajomatkan alkukilometreillä. Sisätilanlämmitin lämmittää auton ohjaamotilaa, sulattaen ikkunat ja tehden autoon astumisesta miellyttävämpää. (Vattenfall Oy 2007.)

2.4.4 GSM

Lyhenne GSM tulee sanoista Groupe Spécial Mobile. Se on käytetyin matkapuhelinjärjestelmä, ja puheluiden lisäksi GSM-verkossa voidaan tehdä datapuheluita, lähettää tekstiviestejä ja käyttää pakettidatapalveluita. Verkko rakentuu keskusjärjestelmästä, tukiasema- eli radiojärjestelmästä ja niitä ohjaavasta käytönhallintajärjestelmästä (Penttinen 2006, 122).

2.4.5 Tekstiviesti

Tekstiviestit ovat korkeintaan 160 merkkiä pitkiä viestejä, joita voidaan välittää GSM-verkon tekstiviestipalvelun (SMS eli short message service) välityksellä. Vaikka viestien pituus on rajoitettu, niitä voidaan yhdistää, ja useita viestejä käsitellä loogisena kokonaisuutena. Jokainen viesti kuitenkin lähetetään erikseen, ja matkapuhelinoperaattori voi rajoittaa yhdistettävien tekstiviestien lukumäärää GSM-spesifikaation sallimaa 255:tä viestiä pienemmäksi. (Penttinen 2006, 150-152).

Lähetetty tekstiviesti kulkee tekstiviestikeskuksen kautta vastaanottajalle. Mikäli vastaanottajaa ei tavoiteta, eli matkapuhelin, tai opinnäytetyön kannalta katsottuna paikannin on suljettuna tai muuten verkon tavoittamattomissa, viesti varastoidaan tekstiviestikeskukseen. Kun laite palaa verkkoon, viestikeskus toimittaa tekstiviestin perille. (Penttinen 2006, 151).

2.4.6 NMEA 0183 -standardi

Vuonna 1983 The National Marine Electronics Association (NMEA) kehitti merielektroniikan liitäntöjä varten NMEA 0183 -standardin. Se käyttää yksinkertaista ASCII (The American Standard Code for Information Interchange) merkein toteutettua protokollaa sen määrittelemiseen, miten lauseen sisällä siirretään dataa lähettäjältä vastaanottajalle. Standardi on yleisesti käytössä merielektroniikan laitteiden kuten GPS-paikantimien, kaikuluotaimien ja ilmapvirtausten nopeuden tutkimiseen käytettyjen mittalaitteiden keskinäisessä viestinnässä. (Salminen 2009, 10; Master Navigator Software 2010).

Standardi määrittelee miten tieto välitetään lauseina laitteesta toiseen. NMEA 0183 -standardi käyttää sarjaväylää kommunikointiin, joka tarkoittaa sitä että tieto lähete-

tään bitti kerrallaan vastaanottavaan laitteeseen. OSI-mallin (Open System Interconnection) siirtokerroksella protokollan tyypilliset asetukset ovat: tiedonsiirtonopeus 4800 bittiä sekunnissa, 8 databittiä, ei pariteettia, 1 stop bitti ja ei kättelyä. (Wikipedia 2010b).

2.4.7 Rele

Rele on sähkömekaaninen kytkin, jonka toiminta perustuu sähkömagneetin synnyttämään magneettikenttään. Kun releen käämiin johdetaan sähkövirta, syntyy magneettikenttä, jonka voimasta syntyvä mekaaninen liike vaihtaa releen kytkintoimintojen asentoa. Magneettikenttä vetää tai irrottaa releen liikkuvan koskettimen paikallaan olevasta koskettimesta, ja näin vaihtaa releen kytkentää. Kun releen käämistä katkaistaan ohjausjännite, jousi palauttaa liikkuvan koskettimen alkutilaansa. Releillä voidaan pienienkin ohjausjännitteiden avulla kytkeä korkeampia jännitteitä tai virtoja. (Haiko 2009, 149 - 150).

3 uTrace Evaluation Kit -paikannuslaite

Vuonna 1999 perustettu Fastrax Oy on suomalainen GPS-moduuleja valmistava yritys (Fastrax 2010). uTrace Evaluation Kit on yrityksen valmistama paikannuslaite (Kuva 1), joka GPS-paikantimen lisäksi sisältää GSM/GPRS-modeemin. Laite koostuu uTrace03 moduulista, litium-ioni akusta, muovisesta kotelosta ja kotelon päällä olevasta ohjelmoitavasta kolmen painikkeen ja kolmen led-valon (Light-Emitting Diode) käyttöliittymästä. Seuraavissa alaluvuissa tutustutaan yleisesti laitteen käyttöönottoon ja ominaisuuksiin.



Kuva 1: uTrace Evaluation Kit -paikannuslaite

3.1 Käyttöönotto

Opinnäytetyössä on tarkoitus ohjata paikantimen I/O-portin toimintaa tekstiviestein. Tätä varten tarvitaan matkapuhelinliittymä ja SIM-kortti (Subscriber Identity Module). Ennen SIM-kortin asentamista uTrace-laitteeseen täytyy kortin pin-koodikysely (Personal Identification Number) ottaa pois käytöstä, koska paikantimessa ei ole näppäimistöä, jolla koodin voisi syöttää (Fastrax 2008d, 7). Tämän jälkeen kortti asennetaan kuvassa 2 näkyvään kelkkaan ja työnnetään paikalleen.



Kuva 2: Sim-kortin asentaminen

SIM-kortin asentamisen jälkeen laitteeseen kytketään akku. uTrace Evaluation Kit paikantimeen voidaan asentaa kahdenlainen akku, joko kaapelilla varustettu litium-ioni (Varta LIP 633450 A1B tai Xwoda 9058GH), tai omilla koskettimillaan varustettu Li-Polymer akku. Testikäytössä ollut uTrace paikannin sisälsi kuvassa 3 näkyvän Xwoda litium-ioni akun. Akku toimitetaan puolilleen ladattuna, joten ensimmäisenä akku kannattikin ladata täyteen. Lataaminen suoritettiin liittämällä laite usb-kaapelilla kannettavaan tietokoneeseen. Latausjännitteen tulee olla välillä 4,75 - 5,25V, ja ympäristön lämpötilan 0 - 45 astetta celsiusta. (Fastrax 2008d, 9 - 10).



Kuva 3: Xwoda litium-ioni akku

3.2 Kotelointi, käyttöliittymä ja liitännät

uTrace Evaluation Kit on hieman nykyaikaista matkapuhelinta suurempi laite, sen koko on noin 63x100x28mm (syvyys/leveys/korkeus). Kotelo on muovia, ja laitteen päältä löytyy kolmen ohjelmoitavan painikkeen ja led-valon käyttöliittymä.

Nimensä mukaisesti On/Off-painikkeella hallitaan laitteen virtatilaa. Virtanäppäintä on painettava yhtäjaksoisesti neljä sekuntia laitteen päälle tai pois päältä kytkemiseksi. Painikkeeseen 1 on esiohjelmoituna toiminto, joka lähettää tekstiviestinä paikannusraportin laitteen kontaktilistan ensimmäiselle vastaanottajalle jolle on määritetty matkapuhelinnumero. Painike 2 puolestaan soittaa äänipuhelun kontaktilistan ensimmäiseen matkapuhelinnumeroon. Painikkeiden toiminnot ovat ohjelmoitavissa, edellä mainitut toiminnot ovat siis esiohjelmoituja, eikä niitä tämän työn puitteissa ollut syytä muuttaa. (Fastrax 2008d, 14 - 15).

Käyttöliittymän merkkivalot ovat PWR, GPS ja GSM. Valot antavat tietoa laitteen tilasta, taulukko 1 esittää niiden merkitykset.

Merkkivalo	Merkkivalon tila	Laitteen tila
PWR	Ei pala	Laite on virrattomana tai virransäästötilassa
	Palaa koko ajan	Laite on päällä ja akkua ladataan
	Vilkkuu kahdesti	Laite on päällä, laitteeseen on liitetty virtalähde ja akku on täysin latautunut
	Vilkkuu kolmesti	Laite on päällä, virtalähdettä ei ole liitetty ja akku purkautuu
GPS	Palaa koko ajan	Laitteelle ei ole tarpeeksi tietoa satelliiteista määrittääkseen sijaintinsa
	Ei pala	Laitteella on tarpeeksi tietoa satelliiteista määrittääkseen sijaintinsa (tai laite on sammutettuna)
GSM	Palaa koko ajan	Laite yrittää saada yhteyttä GSM-verkkoon
	Ei pala	Laite on saanut yhteyden GSM-verkkoon (tai laite on sammutettuna)

Taulukko 1: Käyttöliittymän merkkivalojen tilat (Fastrax 2008d, 15)

Edellä mainittujen, laitteen päällä sijaitsevien painikkeiden lisäksi löytyy SIM-korttipaikan vierestä kaksi painiketta. Nämä ovat laitteen nollauspainike (reset-painike) ja käynnistystilanvalinta-painike (boot mode -painike). (Fastrax 2008, 15).

uTrace Evaluation Kit -laitteesta löytyy seuraavat liitännät: mini usb-B, I/O-liitin, kuuloke/mikrofoni-liitin (kuva 4) ja antenniliitin GPS-antennille (kuva 1, laitteen etulaita).



Kuva 4: Liitännät

Usb-liitäntää käytetään laitteen akun lataamiseen. Ladatessa akkuaan uTrace voi ottaa 500mA virtaa usb-liitännän läpi. Tämä tulee erityisesti huomioida, mikäli lataus suoritetaan usb-keskittimen läpi, sillä keskittimillä ei yleensä ole erillistä virtalähdettä. Liitäntää käytetään myös laitteen kanssa kommunikointiin, ja laitteen firmwaren päivittämiseen. Laitteen firmware voidaan päivittää myös matkapuhelinverkon kautta langattomasti. (Fastrax 2008d, 16; Fastrax 2008b, 5).

Tässä työssä käytetyssä uTrace Evaluation Kit -paikantimessa oli sisällä firmware versio 2.1.14. Fastrax Oy:n web-sivuilta (<http://suite.fastrax.fi/downloads.html>) löytyy laitteelle myös uudempi firmware (3.41), mutta jostain syystä sen päivittäminen jumiutti laitteen täysin, ja sen käyttö oli näin ollen mahdotonta.

Viisi pinninen Input/Output-liitäntä tarjoaa mahdollisuuden releen ohjaamiseen ja sen tilan lukemiseen. Liitäntään voidaan halutessa liittää myös erillinen painonappi. Kuuloke/mikrofoni-liitäntään voidaan äänipuheluita varten liittää 2,5mm liittimellä varustettu kuuloke- ja mikrofoniyhdistelmä. Ulkoinen GPS-antenni voidaan liittää laitteen MMCX-liitimeen, ja näin parantaa laitteen GPS-paikantimen vastaanottokykyä. (Fastrax 2008d, 16 – 17).

3.3 Tekniset ominaisuudet

Luvussa 2.2, Tavoitteen määrittely ja raja, on rajattu tämän opinnäytetyön aihealue koskemaan uTrace Evaluation Kit -laitteen GSM-ominaisuutta ja laitteen I/O-portin hallintaa. Laitteen muita ominaisuuksia ei siis tässä työssä käsitellä.

UTrace-paikannin on varustettu sisäänrakennetulla nelitaajuus GSM-antennilla. Laitteen GSM-moduuliin on myös mahdollista liittää ulkoinen antenni käyttäen Hirose U-FL mini koaksiaaliliitintä, ja ohutta, noin yhden millimetrin paksuista koaksiaalikaapelia. GSM/GPRS-modeemi on Siemensin valmistama TC63, ja se saa virtansa joko suoraan akkuliitännästä, tai uTrace03-moduulin system-liitännän VBATT pinneistä (Fastrax 2008a, 7 -8).

Laitteessa on 16 megabitin kokoinen flash-muisti asetusten tallentamista varten. Paikannin pitää sisällään myös liikeanturin, joka havaitsee laitteen liikuttamisen ja siihen kohdistuvan värinän. Liikeanturin avulla voidaan esimerkiksi herättää laite virransäästötilasta, tai lähettää erilaisia hälytyksiä. uTrace03-moduulissa on kolme akun jännitteen tunnistinta, joiden avulla laite muun muassa sammuttaa GSM/GPRS-modeemin akun jännitteen laskiessa alle 3,2 voltin. Lisää mahdollisuuksia tarjoaa moduulissa oleva 80-pinninen laajennusliitin. Taulukko 2 esittää uTracen virrankulutukseen ja käyttölämpötilarajoihin liittyvät tiedot. (Fastrax 2008a, 12 - 13).

Tyypillinen käyttöjännite	+ 3,8V
Virrankulutus (GPS toiminnassa, GSM yhdistetty verkkoon)	60mA (käytettäessä sisäistä GPS-antennia)
Virransäästötilan virrankulutus	20uA
Ulkoisen GPS-antennin virrankulutuksen raja	50mA (± 10 mA)
Käyttölämpötila (täysin toimintakuntoinen)	-30 °C ... +75 °C
Käyttölämpötila (GSM/GPRS-modeemi ei toiminnassa)	-40 °C ... +85 °C

Taulukko 2: Virrankulutus ja käyttölämpötilat (Fastrax 2008a, 5)

3.4 uTrace-paikannuslaitteen hallinta

Laitteen hallinnalla tarkoitetaan tässä yhteydessä NMEA 0183 -standardin mukaisien komentojen lähettämistä paikannuslaitteeseen, ja niiden vastaanottamista laitteesta. Kyseisiä komentoja voidaan lähettää joko tekstiviestein, esimerkiksi omasta matkapuhelimesta, tai terminaaliohjelman kautta tietokoneelta. Terminaaliohjelman käyttö vaatii laitteen liittämistä usb-kaapelilla tietokoneeseen, ja laitteen usb-ajurien asentamista koneeseen (Fastrax 2008d, 12).

Työn tarkoituksena on siis tutkia uTrace-paikantimen hallintaa tekstiviestein, silti tutkimustyötä tehdessä usb-liitännän ja terminaaliohjelman käyttö on tarkoituksenmukaisempaa. Ensinnäkin se on ilmaista, yhden komennon antaminen ja siihen vastauksen saaminen tarkoittaisi kahta tekstiviestiä. Tutkimusta tehdessä laitteeseen annettiin satoja komentoja ja saatiin lähes yhtä monta vastausviestiä. Komentojen antaminen tekstiviesteillä olisi turhaan kasvattanut työn kuluja. Lisäksi komentojen antaminen terminaaliohjelmalla on selvästi nopeampaa kuin tekstiviestein, samoin kuin niihin vastauksen saaminen.

Kun paikantimeen on asennettu SIM-kortti, se on matkapuhelinverkon kantoalueella ja yhdistynyt verkkoon (laitteen GSM-valo ei pala), voidaan siihen antaa komentoja tekstiviestein. Laitteeseen lähetetään tekstiviestit samoin kuin mihin tahansa matkapuhelimeen. Käyttöönottovaiheessa tekstiviestein on myös helppo todeta laitteen toimivuus. (Fastrax 2008d, 20).

3.5 Hallinta verrattuna valmiisiin radiokaukosäätimiin

Autonlämmittimien kauko-ohjauksesta eli etähallinnasta on tullut arkipäivää. Useilla valmistajilla on tarjota omat ratkaisunsa asiaan. Yhdistävänä tekijänä niissä on toteutustekniikka, ohjaus perustuu joko lyhyen kantaman radiotaajuustekniikkaan tai matkapuhelinverkkoon eli GSM-tekniikkaan. Esikartoituksessa löydettyt valmistajien toteutukset perustuivat kaikki jompaan kumpaan edellä mainittuun toteutustapaan, joten muita mahdollisia tekniikoita ei tässä työssä huomioitu.

3.5.1 Käytettävyys

Käytettävyyttä on usein hankala mitata, ja kokemus jonkin laitteen käytöstä on usein kovin henkilökohtainen. Käytettävyydelle on kuitenkin olemassa erilaisia määritelmiä, ja yksi useimmin käytetty on Jakob Nielsenin (1993, 26) näkemys asiasta. Hän määrittelee käytettävyydelle viisi tärkeää ominaisuutta: opittavuus, muistettavuus, virheettömyys, tehokkuus ja tyytyväisyys. Nielsenin määritelmän pohjalta voidaan luoda taulukko jossa vertaillaan hallintatapojen käytettävyyttä (Taulukko 3).

	Valmistajan kauko-ohjain	Matkapuhelin eli tekstiviestihallinta
Opittavuus	Laitteen käyttö vaatii perehtymistä käyttöohjeisiin. Laite on tehty vain yhtä käyttötarkoitusta varten, joten sen käyttö ei liene käyttäjälle entuudestaan tuttua.	Lähes kaikilla on matkapuhelin ja kokemusta tekstiviestien lähettämisestä. On opettava oikeat komennot, tai ainakin tunnistettava ne mikäli viestit tallennetaan matkapuhelimen muistiin valmiiksi käyttöä varten.
Muistettavuus	Todennäköisesti laitetta käytetään autonlämmityskautena päivittäin, joten käyttötavan muistaminen helppoa.	Mikäli lähetettävät tekstiviestit ovat ulkoasultaan yksiselitteisiä tai nimetty ja tallennettu matkapuhelimeen, ei muistettavuus ongelmia esiintyne.
Virheettömyys	Riippuu pitkälti toteutustavasta. Ongelmia voi tulla esimerkiksi kantaman kanssa.	Vikasieroisempi tekniikka, kantama parempi ja viestit välittyvät tekstiviestikeskuksen kautta ja menevät varmemmin perille laitteeseen. Mikäli käyttäjä kirjoittaa viestit joka kerta, ongelmia saattaa ilmetä viestien oikeinkirjoituksen kanssa.
Tehokkuus	Tässä yhteydessä tehokkuudella tarkoitetaan sitä aikaa kuinka kauan käyttäjältä kestää suorittaa tietty autonlämmittimen etähallintatoimenpide. Usein toiminto on yhden tai muutaman napin painallus, joten käyttöä voidaan kuvailla tehokkaaksi.	Tässä yhteydessä tehokkuudella tarkoitetaan sitä aikaa kuinka kauan käyttäjältä kestää suorittaa tietty autonlämmittimen etähallintatoimenpide. Mikäli tarvittavat komennot on tallennettu matkapuhelimen muistiin, viestin lähettäminen on nopeaa. Jos tekstiviesti täytyy joka kerta erikseen kirjoittaa, muistettavuuden ongelman lisäksi toimenpide vie tarpeettoman paljon aikaa.
Tyytyväisyys	Ei ole mitään syytä miksei kumman tahansa tekniikan käyttäjä olisi tyytyväinen valintaansa. Valmistajan kauko-ohjaimen käyttö on helppoa ja miellyttävää, mutta ongelmana voidaan nähdä että kauko-ohjain on pidettävä aina mukana etähallinnan mahdollistamiseksi. Käytettävyyden kannalta katsottuna laitteiden lisääntyminen on myös negatiivista jos se ei ole välttämätöntä.	Ei ole mitään syytä miksei kumman tahansa tekniikan käyttäjä olisi tyytyväinen valintaansa. Nykypäivänä matkapuhelin on ihmisillä lähes aina mukana, eli erillisen kauko-ohjaimen mukaantulosta ei tarvitse huolehtia. Luonnollisesti myös mukana kuljetettavaa tavaraa on näin vähemmän. Tekstiviestien lähetys voidaan kokea aikaa vievempänä ja hankalampana kuin tarkoitukseen varta vasten tehdyn kauko-ohjaimen käyttö.

Taulukko 3: Käytettävyys

Kummallakin etähallintatekniikalla on siis puolensa, ja lopulta paremmuuden ratkaisee pitkälti makuasiat. Tekstiviestihallinta erottuu edukseen kauko-ohjauksen kantaman ja tietynlaisen vikasieroisuuden kannalta. Jos etähallintaa suoritetaan aina samasta paikasta, ja erillisen kauko-ohjaimen mukana olosta ei tarvitse näin huolehtia.

tia, on ainoastaan tähän tarkoitukseen tehdyn laitteen käyttö todennäköisesti helpompaa ja nopeampaa.

3.5.2 Toimintaetäisyys

Etähallinnan toimintaetäisyys on joissain tapauksissa hyvinkin tärkeää. Autonlämmitin pitäisi joskus saada käynnistymään vaikka toiselta paikkakunnalta, kun ollaan esimerkiksi tulossa työ- tai vapaa-ajan matkoilta jollain toisella kulkuvälineellä. Voi myös olla että isoissa taloyhtiöissä tai työpaikoissa pysäköintitilat sijaitsevat hyvinkin kaukana käyttäjän sen hetkisestä sijainnista.

Tekstiviestihallinnan toimintaetäisyys on sama kuin matkapuhelinverkon. Sen voikin joitain poikkeuksia lukuun ottamatta katsoa toimivan lähes missä tahansa. Autonlämmittimien valmistajien omien radiokauko-ohjaimien toimintaetäisyyslupaus vaihteli 600 metristä 1,2 kilometriin (Eberspächer; Kaha 2010a; Kaha 2010c). Toimintasäde kuitenkin lyhenee mikäli kauko-ohjaimen ja auton välillä on signaalia heikentäviä esteitä, kuten tiheästi rakennettua asutusta.

3.5.3 Tietoturva ja riskit

Radiotaajuuksilla kommunikoivien laitteiden tietoturva on aina huomioon otettava asia. Niin on myös autonlämmittimien etähallintaa tarkasteltaessa. Jos autonlämmitin on asennettu oikein, kovin vaarallista vahinkoa ei tietoturvan pettäessä pääse tapahtumaan. Kyse on lähinnä ylimääräisestä sähkön- tai polttoaineenkulutuksesta tai akun tyhjenemisestä. Tietoturva voi pettää joko vahingossa tai joku voi tarkoituksellisesti tehdä kiusaa ja aiheuttaa haittaa.

Tekstiviestihallinnassa tietoturva eli käyttäjän tunnistaminen perustuu yleensä matkapuhelinnumeroon. Autoon asennettuun lämmittimen hallintalaitteeseen annetaan matkapuhelinnumeroita ja niille käyttöoikeustasoja. Laite hyväksyy komentoja näin vain ennalta määritellyistä matkapuhelinnumeroista (Kaha 2010b). Autonlämmittimen etähallinnan ollessa kyseessä tämä on yleensä riittävä tapa tunnistaa komentojen antajan identiteetti. Puhelinnumeroon perustuvassa tunnistuksessa on myös omat ongelmansa. Esimerkiksi Prepaid-liittymiä käyttävällä puhelinnumero saattaa vaihdella, ja sen joutuu ohjelmoimaan aina uudelleen hallintalaitteeseen.

Tekstiviestit eivät kulje salattuina kuin matkapuhelimen ja tukiaseman välillä. Tämän jälkeen viesti kulkee salaamattomana operaattorin järjestelmässä eteenpäin. Koska tekstiviestit ovat paljasta tekstiä ilman muotoilua, ne voitaisiin halutessa ennen lähettämistä salata, mutta yleensä tähän ei ole tarvetta. (Kämppe, Rajamäki & Guinness 2009, 13 - 14).

Radiotaajuudella toimivien kauko-ohjaimien komennot voivat olla suojattuja esimerkiksi Rolling code -tekniikalla. Menetelmä toimii pääpiirteissään seuraavasti: Kauko-ohjaimessa on muistissa tietynpituisen turvakoodi (esimerkiksi 40-bittinen), jonka se lähettää vastaanottimeen yhdessä halutun komennon kanssa. Vastaanotinyksikössä on myös muistissa turvakoodi, jonka se odottaa seuraavaksi vastaanottavansa. Mikäli vastaanotettu turvakoodi on sama kuin vastaanottimen muistissa oleva, laite suorittaa halutun toimenpiteen. (Discovery Communications 2010).

Molemmissa laitteissa, sekä kauko-ohjaimessa että vastaanotinyksikössä, on samanlainen näennäissatunnaislukugeneraattori, eli matemaattinen algoritmi. Kun kauko-ohjain lähettää turvakoodin komennon annon yhteydessä, generaattori luo muistiinsa uuden turvakoodin. Kun vastaanotinyksikön vastaanottama turvakoodi on sama kuin vastaanottimen muistissa oleva, vastaanottimen generaattori luo uuden koodin vastaanottimen muistiin. Koska näennäissatunnaislukugeneraattori on molemmissa laitteissa sama, luovat ne samat turvakoodit molempiin laitteisiin ja koodit pysyvät synkronoituina toisiinsa nähden. (Wikipedia 2010c; Discovery Communications 2010).

Yhtenä ongelmana Rolling code -tekniikassa on tilanne jolloin kauko-ohjainta käytetään vastaanottimen toimintasäteen ulkopuolella. Tällöin turvakoodi ei enää ole sama kummassakin laitteessa, sillä kauko-ohjain luo uuden koodin itselleen lähetettyään komennon, mutta koska komento ei koskaan mene perille vastaanottimeen, sen turvakoodi säilyy ennallaan. Yleensä tähän ratkaisuna on se että vastaanotin hyväksyy minkä tahansa esimerkiksi 256:sta seuraavasta näennäissatunnaislukugeneraattorin luomasta koodista. (Discovery Communications 2010).

3.5.4 Kustannukset

Laitteiden hankinta- ja käyttökustannukset eivät ole tämän opinnäytetyön kannalta relevantteja. Niinpä asiasta tehtiin ainoastaan nopea selvitys jälleenmyyjien hinnastoja tutkimalla. Kustannuksissa ei tekniikoiden välillä tuntunut olevan juurikaan ero-

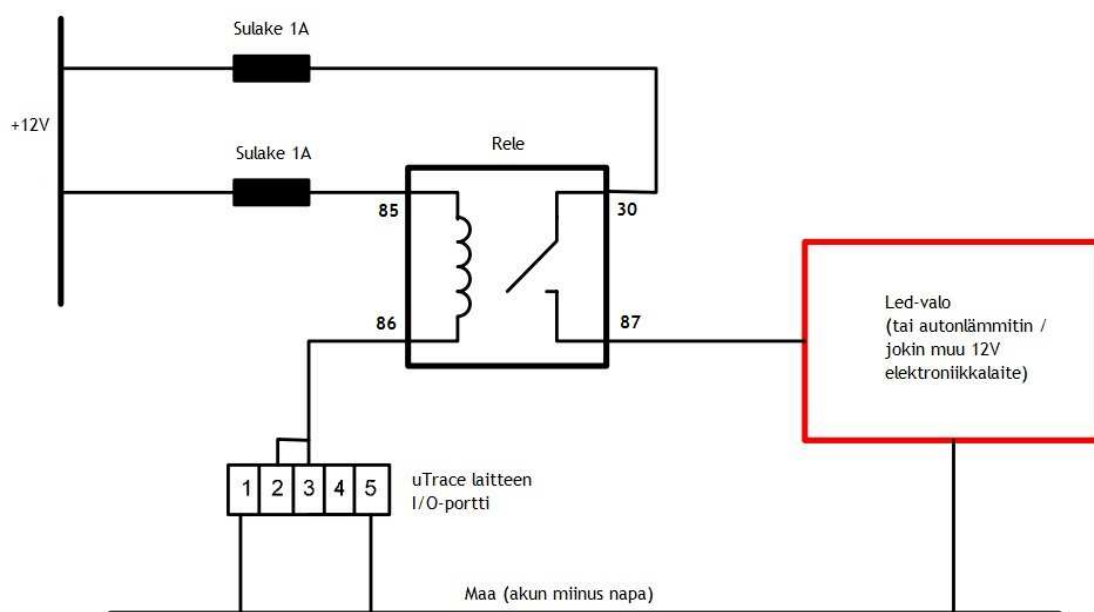
ja. Hankintahinnaltaan tekstiviestihallittavat ratkaisut olivat hieman radiokauko-ohjaimella varustettuja ratkaisuja kalliimpia. Eroa tulee lisää, mikäli käyttäjällä ei ole matkapuhelinta ennestään, ja se joudutaan hankkimaan. Hintaerot jäivät kuitenkin niin pieniksi, ettei niillä ole useimmille käyttäjille merkitystä.

Käyttökustannuksiakaan ei etähallintalaitteille juuri tule, tekstiviestihallinnassa kustannukset rajoittuvat operaattorin veloittamiin tekstiviestikuluihin, ja radiokauko-ohjauksessa lähinnä paristokuluihin.

4 Toteutus

4.1 Prototyypin rakennus

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää voidaanko uTrace Evaluation Kit -paikanninta käyttää autonlämmittimen etähallintaan. Tätä tarkoitusta varten rakennettiin yksinkertainen prototyyppi asian testaamiseksi myös muuten kuin teoriatasolla. Ohjattavaksi laitteeksi prototyyppiin päätettiin kytkeä 12 voltin led-valo. Valosta on helppo nähdä milloin siihen on kytketty virta. Kytkentäkaavio esitetään kuviossa 5 (Fastrax 2008b, 5).



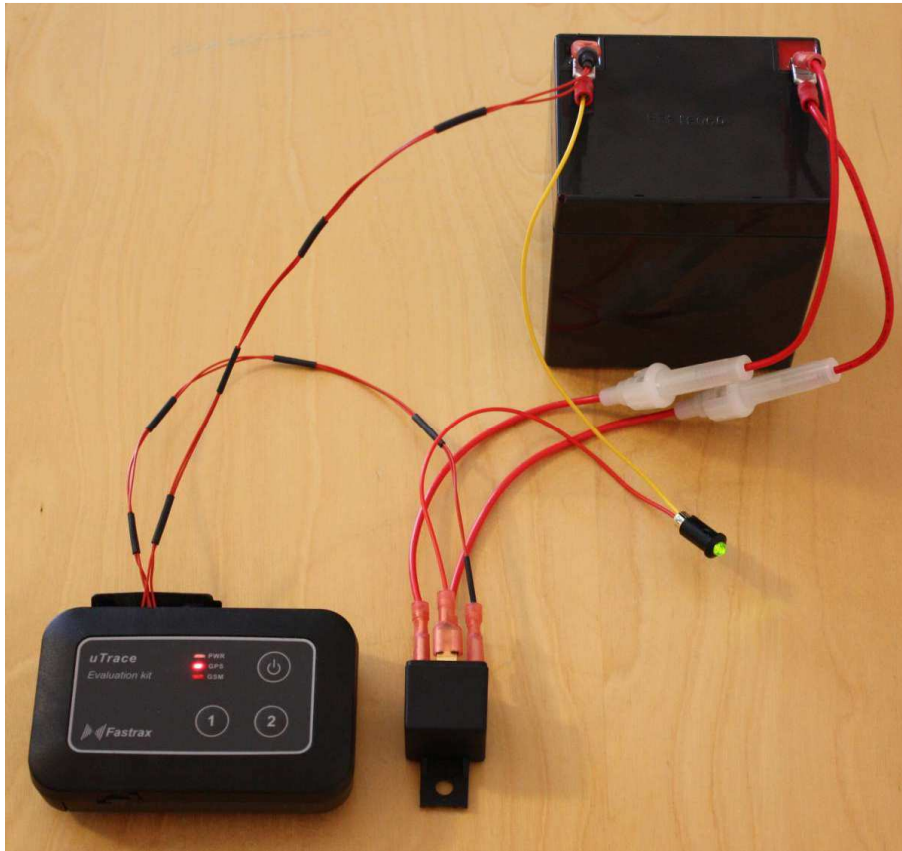
Kuvio 5: Prototyypin kytkentäkaavio

Prototyypin rakentamista varten hankittiin seuraavat komponentit:

- 12 voltin lyijyakku (ja laturi)
- 30 ampeerin sulkeva rele (yleisesti käytössä autoissa)
- yhden ampeerin sulakkeita
- sulakekotelot sulakkeille
- 12 voltin led-valo
- 6,3 mm lattaliitinhylsyjä
- 6,3 mm jakolattaliittimiä
- Molex 51021-0500 liitin uTracen I/O-porttiin
- toisesta päästään Molex 50079-8000 pinnillä varustettuja kaapeleita
- kutistesukkaa.

Työkaluina kokoonpanossa tarvittiin kuorintapihdit, kaapelikenkäpihdit, kuumailmapuhallin ja yleismittari. I/O-portin pinnit 1 ja 5 yhdistettiin lyijyakun negatiiviseen napaan eli maahan. Pinnit 2 ja 3 taas yhdistettiin releen liitäntään 86. Akun positiivisesta navasta liitettiin kaapelit releen liitäntöihin 85 ja 30, molempiin yhden ampeerin sulakkeen läpi. Releen liitännästä 87 lähtee kaapeli led-valoon, josta taas kaapeli akun negatiiviseen napaan. (Fastrax 2008a, 12)

Rakentamisen ainoa ongelma oli varmistuminen uTracen I/O-portin pinnien järjestyksestä. Asiasta ei löytynyt tietoa Fastraxin materiaaleista. Järjestys oli kuitenkin helppo todeta yleismittarilla. Paikannin asetettuna oikeinpäin pöydälle (eli led-valot ja painonapit ylöspäin), I/O portin neljäs pinni vasemmalta oli ainoa jännitteellinen (2,54V), ja näin ollen mitä ilmeisimmin GPIO input pinni. Puutteellisen ohjeistuksen takia tästä ei kuitenkaan voitu olla täysin varmoja ennen prototyypin testausta. Valmis prototyyppi on esitetty kuvassa 6.



Kuva 6: Valmis protyyppi

4.2 Prototyypin testaus

4.2.1 Hyperterminal

Testausta varten uTrace paikannin liitettiin usb-kaapelilla kannettavaan tietokoneeseen. Kuten todettua, laitteeseen voidaan lähettää samat komennot niin terminaali-ohjelman avulla, kuin tekstiviesteilläkin. Käytettäväksi ohjelmaksi valittiin Hyperterminal, koska se tulee jo valmiiksi Windows XP Professional käyttöjärjestelmän mukana.

Hyperterminal käynnistyy kun valitaan Windowsin Start-valikosta Run... ja kirjoitetaan Open: -kenttään "hypertrm" (ilman lainausmerkkejä) ja valitaan OK. Ohjelma kysyy uudelle yhteydelle nimeä (kuva 7), annetaan nimeksi esimerkiksi "uTrace".



Kuva 7: Hyperterminal connection name

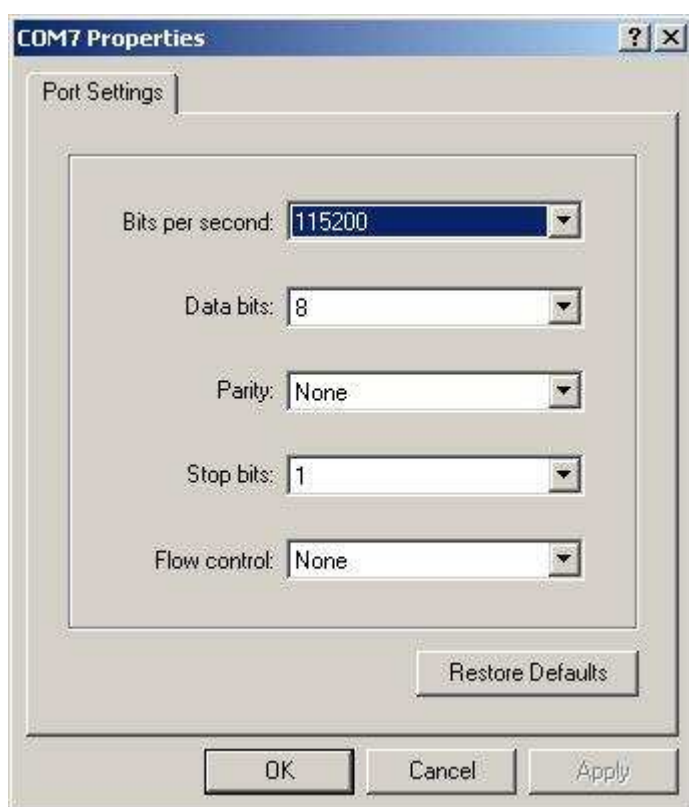
Connect using: -kohtaan valitaan se COM-portti joka on määritelty usb-ajureiden asennuksen jälkeen Windowsin laitehallinnassa, tässä tapauksessa "COM 7" (kuva 8).



Kuva 8: Hyperterminal COM-portti

Seuraavaksi kysytään COM 7 portin asetuksia. Annetaan asetuksiksi 115200 bits per second, 8 data bits, parity: none, 1 stop bit ja no flow control, kuten kuvassa 9 (Fastrax 2008d, 12).

Kun kuvan 9 ikkunassa painetaan OK, yhteys uTrace-laitteeseen muodostuu, ja sille voidaan antaa komentoja ohjelman kautta. Kirjoitettu teksti ei tule Hyperterminal-ohjelmaan automaattisesti näkyviin, joten ohjelman asetuksia tulee muuttaa niin, että teksti näkyy ikkunassa. File-valikosta valitaan Properties, uTrace Properties ikkunassa Settings-välilehti ja välilehdeltä ASCII Setup... painike. ASCII Setup -ikkunassa ruksi kohtaan "Echo typed characters locally", ja ikkunat kuitataan kiinni OK-painikkeilla.



Kuva 9: Hyperterminal COM-portin asetukset

Tämän jälkeen testataan yhteyden toimivuus komennolla "status" (ilman lainausmerkkejä), joka palauttaa laitteen tilareportin, esimerkiksi:

*GPS: 0/0 int, GSM: ok, RxSig -56 dBm, Operator 244 091. Batt:4109 mV (charging),
hh:mm:ss MM DD YYYY*

Raportin sisällön selvennös löytyy uTrace Toolkit Application Reference manuaalin sivulta 19, mutta tässä yhteydessä oli tarkoitus ainoastaan todeta yhteyden toimivuus.

4.2.2 Releen hallinta GPIO-komennolla

NMEA 0183 -protokollaa käyttäen komennolla ”GPIO” voidaan ohjata GPIO-porttien toimintaa, ja näin ollen myös uTrace Evaluation Kit paikantimen I/O-liittimen pinnien 2 ja 3 tilaa.

GPIO-komennon käyttö selvitetään taulukossa 4.

Kuvaus	GPIO-komentoja käytetään GPIO pinnien tilan lukemiseen ja muuttamiseen. Tämän lisäksi sitä käytetään uTracen sovelluskontroloitu pinnien määrittelemisen ohittamiseen, ja oletusmääritysten palauttamiseen.
Komennon syntaksi	GPIO, READ,<A/B> GPIO,WRITE,<A/B>,<ENABLEMASK>,<OUTPUTMASK> GPIO,OVERRIDE GPIO,RESTORE
Muuttujat READ WRITE OVERRIDE RESTORE	 Lue valittujen GPIO pinnien tila. Kirjoita valittuihin GPIO pinneihin. Ohita uTracen sovelluskontrollointi GPIO pinneissä ja tapahtumissa. Palauta uTracen sovelluskontrollointi GPIO pinneihin ja tapahtumiin.
Parametrit A B ENABLEMASK OUTPUTMASK	 Valitse GPIO A pinnit. Tämä parametri on pakollinen. Valitse GPIO B pinnit. Tämä parametri on pakollinen. Tämä parametri määrittää GPIO pinnien peitteen. ENABLEMASK määrittää pinnit (portin arvona olevan binääriluvun bitit) joiden tilaa muutetaan. Parametri annetaan heksadesimaalilukuna. Tämä parametri määrittää ENABLEMASK parametrin määrittämien pinnien (bittien) arvot, eli onko arvo 0 vai 1. Parametri voi vaikuttaa vain ENABLEMASK parametrin määrittämiin pinneihin (bitteihin).

Taulukko 4: GPIO komento (Fastrax 2008c, 57)

Luetaan portin B tila:

Komento: `gpio,read,b`

Vastaus: `GPIO B: 0x024C1998, hh:mm:ss MM DD 1980`

Muunnetaan vastauksen heksadesimaaliluku 024C1998 (kymmenjärjestelmässä: 38541720) binääriluvuksi:

0010 0100 1100 0001 1001 1001 1000

0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0
28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Taulukko 5: GPIO B portin tila binäärilukuna

Yllä olevan binääriluvun bitit kertovat uTrace Evaluation Kit -laitteen GPIO B -portin pinnien tiloista (Patama 2010). Taulukosta 6 ilmenee Fastraxin GPIO pinnien määrittymiset, eli mikä bitti GPIO-porteista (GPIO A ja B) luettavissa olevasta luvusta vastaa mitään toimintoa tai ominaisuutta.

```

///< Charger pins
#define PIN_CHARGING GPIO_B4
#define CHARGING_OR_NO_USB 0
#define NOT_CHARGING_AND_USB 1

#define PIN_CHARGING_FAULT GPIO_B19
#define CHARGING_FAULT_OR_NO_USB 0
#define CHARGING_OK_AND_USB 1

#define PIN_CHARGER_ENABLE GPIO_B0
#define CHARGER_ENABLED 0
#define CHARGER_DISABLED 1

///< GPS antenna detections pins
#define PIN_GPS_ANT_DETECT GPIO_B6
#define GPS_ANT_INTERNAL 0
#define GPS_ANT_EXTERNAL 1

#define PIN_GPS_ANT_SHORT_CIRCUIT GPIO_B7
#define GPS_EXT_ANT_SHORTED 0
#define GPS_EXT_ANT_OK 1

///< UART 1 bus switch pin
#define PIN_BUS_SWITCH GPIO_A4
#define BUS_SWITCH_TO_GSM 0
#define BUS_SWITCH_TO_SYSCON 1

///< GSM modem control pins
#define PIN_RTS GPIO_B1
#define PIN_CTS GPIO_B2
#define PIN_RING GPIO_B3

#define PIN_IGT GPIO_B5

#define PIN_GSM_POWER GPIO_B12
#define GSM_POWER_OFF 0
#define GSM_POWER_ON 1

///< Membrane pins
#define PIN_BUTTON_PWR GPIO_B8
#define PIN_BUTTON_1 GPIO_A11
#define PIN_BUTTON_2 GPIO_A10
#define MEMBRANE_BUTTON_DOWN 0
#define MEMBRANE_BUTTON_UP 1

#define PIN_LED_PWR GPIO_B23
#define PIN_LED_GSM GPIO_B10
#define PIN_LED_GPS GPIO_B11
#define MEMBRANE_LED_OFF 0
#define MEMBRANE_LED_ON 1

///< Onboard leds and buttons
#define PIN_BUTTON_CORNER GPIO_A10
#define PIN_BUTTON_CENTER GPIO_A11
#define PIN_LED_GREEN GPIO_B8
#define PIN_LED_YELLOW GPIO_B23
#define PIN_LED_ORANGE GPIO_B11
#define PIN_LED_RED GPIO_B10

///< External GPIO input
#define PIN_EXT_GPIO_INPUT GPIO_A6
///< External GPIO output
#define PIN_EXT_GPIO_OUTPUT GPIO_B21

///< Shock sensor
#define PIN_SHOCK_SENSOR GPIO_B9

```

Taulukko 6: GPIO pinnit (Fastrax 2008a, 15-16)

Taulukosta 6 voidaan lukea että esimerkiksi pinni PIN_LED_PWR on määritelty 23. bitiksi GPIO B -portissa (GPIO_B23). Tämä bitti kertoo uTrace-paikantimen virtavalon (PWR-led) tilan, valo palaa kun bitin arvo on ”1”, ja kun arvo on ”0”, valo ei pala. Taulukossa 5 näkyy että 23. bitin arvoksi saatiin ”1” kun portin B tila luettiin edellä mainitulla komennolla. Virtavalon ei kuitenkaan tässä tapauksessa ollut päällä portin B tilaa luettaessa?

Tutkimalla uTrace Toolkit Application Reference Manualissa annettua esimerkkiä GPIO-komennon käytöstä, tähän löydettiin syy. Esimerkissä vaihdetaan laitteen GSM-ledin tilaa muuttamalla 11. bitin arvoa (Fastrax 2008c, 57-58). Taulukosta 6 nähdään että PIN_LED_GSM pinniksi on määritelty GPIO_B10. Taulukkoa tarkemmin tutkittaessa huomataan että siinä on määritetty myös GPIO_B0, eli bitti numero 0 (PIN_CHARGER_ENABLE). Tästä voidaan tehdä johtopäätös että taulukossa 6 määriteltyjen pinnien laskenta alkaakin nolasta, eli GPIO_B23 viittaakin itse asiassa binääriluvun 24. bittiin oikealta katsottaessa. Taulukosta 7 huomataan että kyseisen bitin arvo on ”0” kuten kuuluikin, eli virtavalon oli sammuneena portin tilan lukuhetkellä.

Taulukko 7 esittää suluissa bittinumeron johon taulukko 6:ssa viitataan.

0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0							
28 (27)	27 (26)	26 (25)	25 (24)	24 (23)	23 (22)	22 (21)	21 (20)	20 (19)	19 (18)	18 (17)	17 (16)	16 (15)	15 (14)	14 (13)	13 (12)	12 (11)	11 (10)	10 (9)	9 (8)	8 (7)	7 (6)	6 (5)	5 (4)	4 (3)	3 (2)	2 (1)	1 (0)

Taulukko 7: GPIO B portin tila ja GPIO pinnien bittijärjestys

Kun uTrace-paikannin on kytketty luvussa 4.1 esitetyllä tavalla releeseen, GPIO-pinni jonka arvoa muuttamalla voidaan ohjata relettä on PIN_EXT_GPIO_OUTPUT, ja se on määritelty GPIO_B21 (Patama 2010). Kuitenkin bitti jonka tilanmuutoksella voidaan vaikuttaa I/O-portin pinnien 2 ja 3 (External relay drive, open drain) tilaan on siis taulukon 7 bitti numero 22. Jos 22. bitin arvo on ”0”, on uTrace yhdistänyt releen akun maahan, eli liittänyt I/O-portin pinnit 2 ja 3 pinneihin 1 ja 5. Näin ollen rele kytkee led-valon virran. Kun bitin arvo on ”1”, uTrace purkaa maa-yhteyden, eli katkaisee I/O-portin pinnien 2 ja 3 yhteyden pinneihin 1 ja 5. Tässä tilanteessa rele purkaa led-valon kytkennän.

Ollessaan oletusasetuksissaan, uTrace Evaluation Kit on yhdistänyt I/O-portin pinnit 2 ja 3 pinneihin 1 ja 5, ja täten rele on kytkenyt led-valon virtapiiriin ja valo palaa. Kun halutaan purkaa tämä kytkentä, eli muuttaa releen tilaa, on uTracen katkaistava releen maayhteys akkuun. Tarvittava komento on muotoa:

GPIO,WRITE,<A/B>,<ENABLEMASK>,<OUTPUTMASK>

eli: `gpio,write,b,200000,200000`

Komennolla kirjoitetaan siis GPIO B -porttiin. ENABLEMASK parametri määrittelee mihin pinniin (eli monenteenkö bittiin) kirjoitetaan, tässä tapauksessa 22. bittiin, joka on binäärilukuna siis 0010 0000 0000 0000 0000 0000 ja heksadesimaalilukuna 200000. OUTPUTMASK parametrilla määritellään mitä kyseisen bitin arvoksi annetaan, ja tässä tapauksessa arvoksi tulee "1", eli 0010 0000 0000 0000 0000 0000 ja heksadesimaalilukuna 200000. Mikäli haluttaisiin määritellä 22. bitin arvoksi "0", OUTPUTMASK parametrin arvoksi annettaisiin 0000 0000 0000 0000 0000 0000 eli myös heksadesimaalilukuna 0.

Komento katkaisi releen maayhteyden, ja näin ollen sammutti prototyypin led-valon. Komennolla "gpio,write,b,200000,0" saatiin led-valo jälleen syttymään.

Tarvittavan peitteen voi myös laskea:

22. bitin arvo on alkutilanteessa (heksadesimaaliluku 24C1998) "0", muutetaan se arvoon "1". Saadaan:

0010 0110 1100 0001 1001 1001 1000

Heksadesimaalina luku on: 26C1998, desimaalilukuna: 40638872

Lasketaan peite, eli se luku mikä pitää lisätä alkuperäiseen heksadesimaalilukuun 024C1998, jotta saadaan portin B arvoksi 26C1998 (jossa binääriluvuksi muutettuna 22. bitti on "1"):

$40638872 - 38541720 = 2097152$

joka on heksadesimaalilukuna: 200000

ja binäärilukuna: 0010 0000 0000 0000 0000 0000

ENABLEMASK ja OUTPUTMASK parametreillä voidaan vaikuttaa myös useampaan GPIO-portin pinniin samalla komennolla, esimerkiksi PIN_LED_PWR (GPIO_B23) ja PIN_EXT_GPIO_OUTPUT (GPIO_B21) jolloin ENABLEMASK parametrin arvoksi tulisi: 1010 0000 0000 0000 0000 0000 eli heksadesimaalilukuna A00000.

4.2.3 Virransäästötilan hallinta

uTrace-paikantimen GSM-modeemi ei ole päällä virransäästötilassa. Tämä tarkoittaa sitä, että laite ei vastaanota tekstiviestejä ollessaan tässä tilassa, ja siksi virransäästö tulee kytkeä pois käytöstä etähallinnan onnistumiseksi. Toisaalta mikäli laite on aina kytkettynä ulkoiseen virtalähteeseen, virransäästötilaan vaipuminen ei ole ongelmana. Virransäästötilaa voidaan hallita PARAM -komennolla (Fastrax 2008c, 63). Asetus tallennetaan uTrace-paikantimen flash-muistiin, ja näin ollen se säilyy muistissa vaikka laite sammutettaisiinkin.

Kuvaus	PARAM-komentoa käytetään iSuite parametrisysteemin arvojen antamiseen ja niiden lukemiseen. Arvot tallennetaan laitteen flash-muistiin ja näin ollen ne eivät häviä uudelleenkäynnistyksen yhteydessä. Parametrisysteemissä on valmiiksi luotuja avaimia, joilla voidaan viitata etukäteen määrättyihin parametreihin.
Komennon syntaksi	PARAM,READ,<PARAMKEY> PARAM,WRITE,<PARAMKEY>,<VALUE>
Muuttujat READ WRITE	Lue parametrin arvon. Kirjoita parametrin arvo.
Parametrit PARAMKEY VALUE	Parametriavain, jonka arvon on luonut valmiiksi iSuite parametrisysteemi. Parametrin arvo. Arvo annetaan heksadesimaalilukuna muodossa 0x00000000, esimerkiksi 0x12345678.

Taulukko 8: Param-komento (Fastrax 2008c, 62)

PARAM-komennolla voidaan vaikuttaa yhteensä kahteentoista eri parametriavaimeen (Fastrax 2008c, 63). Avaimista kaksi koskee virransäästötilaa:

- 1F0B (PRM_UTRACE_ENABLE_AUTO_POWER_SAVE)
Tämä parametri kertoo onko automaattinen virransäästötila käytössä. Kun avaimen arvo on "1", laite menee virransäästötilaan kun virransäästötilan laskurin aika kuluu loppuun. Jos arvo on "0", virransäästötila ei ole käytössä.
- 1F0C (PRM_UTRACE_POWER_SAVE_SLEEP_COUNT_DOWN)
Parametri määrittää virransäästötilan laskurin ajan sekunneissa. Laite vaipuu virransäästötilaan kun siihen ei ole kytketty ulkoista virtalähdettä, ja tärinätunnistin ei ole ollut aktiivisena tällä parametrilla määritettynä aikana.

Virransäästötila saadaan poistettua käytöstä komennolla:

PARAM,WRITE,<PARAMKEY>,<VALUE>

eli: *param,write,1f0b,0x00000000*

Komennolla kirjoitetaan parametriavaimeen 1f0b arvo "0", eli 0x00000000.

Testissä kuitenkin huomattiin, että virransäästötilan käytöstä poistavan komennon antaminen ei todellisuudessa riittänyt kyseisen tilan käytöstä poistoon. Parametrin tilaa kysyvä komento kyllä palautti halutun arvon, mutta edelleen laite vaipui oletusasetuksiensa mukaisesti 180 sekunnin jälkeen virransäästötilaan (Fastrax 2008c, 63). Tämä aiheutti epäselvyyttä koko param-komennon toimivuudesta, sillä laitteen muistiin kyllä saatiin tallennettua tietoja esimerkiksi contact-komennolla, jonka avulla voidaan hallita laitteen kontaktistia (Fastrax 2008c, 20 - 22).

Ongelman ratkaisemiseksi ei tarjolla olleesta lähdemateriaalista löytynyt suoraa ohjeistusta. uTrace Evaluation Kit, User Guide (2008, 15) kuitenkin mainitsee laitteen ohjelmointitilan (HW programming mode), ja kertoo asiasta seuraavaa: *"To put the device into HW programming mode press the reset button while holding the boot mode selection button pressed"*, eli vapaasti suomeksi käännettynä *"Laittaaksesi laitteen ohjelmointitilaan, paina nollauspainiketta samalla kun pidät käynnistystilanvalinta-painiketta pohjassa"*. Tämän testaaminen sai kuitenkin laitteen jämähtä-

mään, se ei ottanut mitään komentoja vastaan, vaan laite saatiin vastaanottamaan komentoja vasta nollauspainikkeen painamisen jälkeen. Nyt kun laitteen piti olla ohjelmointitilassa, yritettiin virransäästötilan poistoa edellä mainitulla komennolla, mutta edelleen laite vaipui 180 sekunnin jälkeen virransäästötilaan. Ohjelmointitilaan yritettiin uudestaan, tällä kertaa siis niin että virransäästötilan poistava param-komento (*param,write,1f0b,0x00000000*) oli jo annettu. Edelleen laite jämähti ja se piti käynnistää nollauspainikkeesta uudestaan. Nyt kuitenkin huomattiin että laitteen nollauksen jälkeenkin virransäästötilan parametrin *1f0b* arvoksi oli jäänyt *0x00000000*, eikä laite enää vaipunut virransäästötilaan.

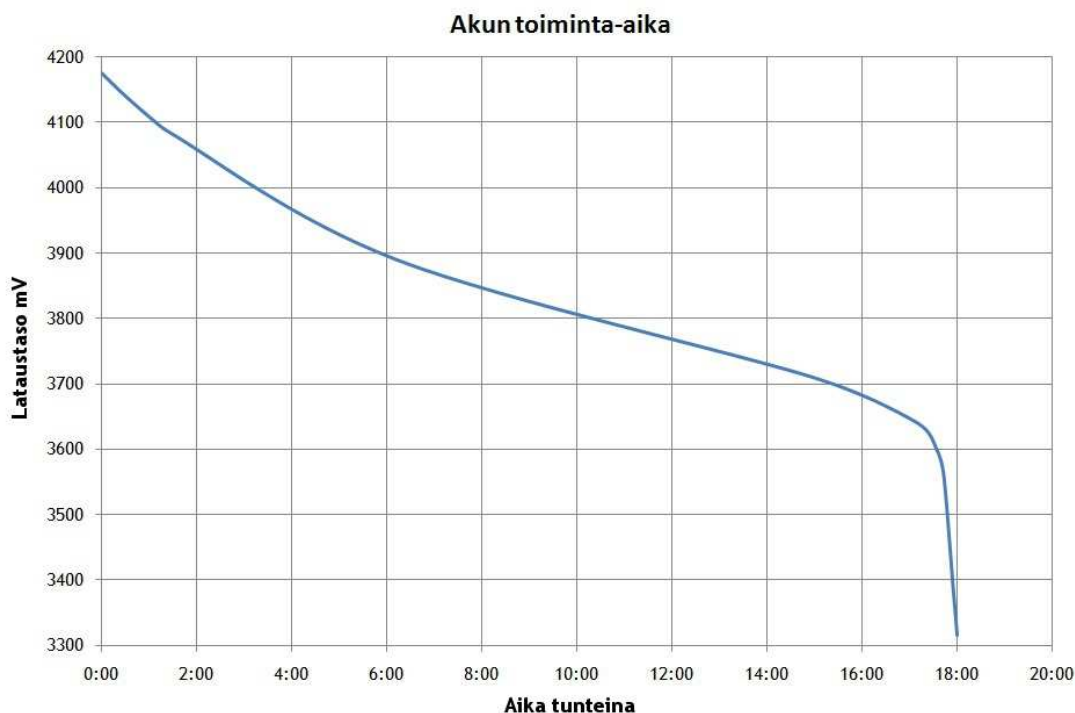
Asiaa testattiin useamman kerran erilaisilla virransäästötilan asetuksilla (parametreilla *1f0b* ja *1f0c*), ja huomattiin asetusten tallennuksen toimivan niin että ensin annettiin halutut arvot, ja sen jälkeen tallennettiin ne laitteen flash-muistiin pitämällä käynnistystilanvalinta-painiketta pohjassa samalla kuin painetaan nollauspainiketta. Tämän jälkeen painetaan vielä pelkkää nollauspainiketta, ja laite käynnistyy uudet asetukset määriteltynä käyttöön.

4.3 Toiminta-ajan testaaminen

Virransäästötila kytkettiin siis pois käytöstä koska tekstiviestien vastaanotto ei toimi kyseisessä tilassa. Se herättää kysymyksen paikantimen akun kestosta. Toiminta-aikaa testattiin lataamalla akku täyteen, jonka jälkeen lataamiseen käytetty usb-kaapeli irrotettiin. Tämän jälkeen laitteeseen lähetettiin tekstiviestein tilakyselyitä, eli ”status” -komentoja. Laite vastaa tekstiviestiin seuraavankaltaisella viestillä:

*GPS: 0/0 int, GSM: ok, RxSig -60 dBm, Operator 244 091. Batt:4078 mV, hh:mm:ss
MM DD YYYY*

Vastauksista muodostettiin akun toiminta-aikaa kuvaava kaavio (kaavio 10).



Kaavio 10: Akun toiminta-aika

Kaaviosta voidaan lukea että uTrace Evaluation Kit -paikantimen toiminta-aika virransäästötila pois kytkettynä on noin 17 tuntia. Tämän jälkeen akun lataustaso laskee nopeasti, ja laite sammutti itsensä noin 18 tunnin kohdalla. Testi tehtiin vain yhden kerran ja yhdellä akulla, mutta tulos antaa kuitenkin selkeän kuvan laitteen toiminta-ajasta, sen jäädessä alle yhteen vuorokauteen. Mikäli virransäästötila poistetaan käytöstä, kytkeminen ulkoiseen virtalähteeseen on siis useimmissa tapauksissa välttämätöntä. uTracen GSM-ominaisuuden vaatimat käyttöjännitteet ovat seuraavat (Fastrax 2008a, 7):

- 4,2-3,5V (4200-3500mV): Laitteen kaikki ominaisuudet toimivat.
- 3,5-3,2V (3500-3200mV): Kaikki ominaisuudet toimivat, GSM-modeemi saattaa kuitenkin sammua johtuen mahdollisen GSM-siirron aiheuttamasta akun jännitteen vaihtelusta.
- 3,2-3,0V (3200-3000mV): GSM-modeemi ei toimi, mutta esimerkiksi GPS toimii.
- 0-3,0V (0-3000mV): Laite ei toimi, ainoastaan akun latauspiiri on toiminnallinen.

Testissä ollut akku oli kaapelilla varustettu Xwodon valmistama Li-Ion akku (3,6V 1130mAh). uTrace paikantimen tyypillinen virrankulutus on noin 60mAh (Fastrax 2008a, 5), ja toiminta-aikatestin tulos käy hyvin yhteen tämän kanssa.

5 Johtopäätökset

5.1 Tavoitteen toteutuminen

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia uTrace Evaluation Kit -laitteen soveltuvuutta autonlämmittimen etähallintaan. Asiaa selvitettiin käytännössä prototyypin avulla, koska mahdollisuutta liittää paikannuslaitetta autoon ja autonlämmittimeen ei ollut. Tästä ei kuitenkaan muodostunut ongelmaa, toimintaperiaate oli sama, eli ohjattiin uTracen avulla relettä joka joko kytki tai katkaisi halutun virtapiirin. Prototyypin rakentamiseksi ja kokoamiseksi hankittiin tarvittavat materiaalit ja selvitettiin oikeat komennot. Näiltä osin tutkimuksen tavoite täyttyi, lopputuloksena oli toimiva prototyyppi. uTrace Evaluation Kit soveltuu siis autonlämmittimen etähallintaan tekniikkansa puolesta. Kuitenkin tutkimustyön ja laitteen testaamisen yhteydessä törmättiin useisiin ongelmiin ja kehittämistarpeisiin, joista kerrotaan seuraavassa luvussa.

5.2 Kehitystarpeet ja kohdatut ongelmat

Tässä työssä aikaisemmin esitelty prototyyppi ja käytetyt komennot siis toimivat, mutta uTrace Evaluation Kit -laitteen käyttäminen autonlämmittimen etähallintaratkaisuna vaatii lisätutkimusta. Seuraavaksi käydään läpi tutkimuksen aikana esiintyneitä ongelmia ja kehitystarpeita.

uTrace Evaluation Kit pakkauksen mukana tulee auton tupakansytyttimeen sopiva adapteri, eli laitteen virran saa otettua suoraan auton sähköjärjestelmästä (Fastrax 2008d, 13). Kuten luvussa 4.3 todetaan, laite ei ota vastaan tekstiviestejä ollessaan virransäästötilassa. Käytettävissä ollut materiaali ei asiaan tarjonnut ratkaisua, joten tekstiviestejä vastaanottaakseen laitteen tuli olla jatkuvasti päällä. Tämä tyhjensi laitteen oman akun runsaassa 17:sta tunnissa. Auton sähköjärjestelmään kytkettynä laite siis kuluttaa auton akkua jatkuvasti päällä ollessaan. Virransäästötilassa laitteen virrankulutus oli huomattavasti pienempää, ja paikannin tulisikin saada vastaanottamaan tekstiviestejä myös vähemmän virtaa vievässä tilassa, kuin täysin päällä ollessaan.

Mikäli virrankulutusta saadaan pienennettyä niin että uTrace edelleen ottaa tekstiviestejä vastaan, laitetta voitaisiin käyttää myös ilman sen kytkemistä ulkoiseen virtalähteeseen. Tällöin kuitenkin laite täytyy saada lähettämään varoituksia akun jännitetason laskusta. Tätä toimintoa ei saatu toimimaan. Param-komennon parametreilla 1F04 (PRM_UTRACE_VOLTAGE_ALARM_LIMIT) ja 1F05 (PRM_UTRACE_VOLTAGE_WARNING_LIMIT) annetaan jännitetaso hälytys- ja varoitusraja-arvot, mutta hälytystä ei saatu lähtemään laitteesta mihinkään (Fastrax 2008c, 63).

Iso ongelma on myös käyttäjänhallinta. uTrace Evaluation Kit -laite kyllä tukee käyttäjien autentikointia ja käyttöoikeustasoja, mutta laitteen mukana tuleva Utrace Toolkit Evaluation ohjelmisto ei tue (Fastrax 2008c, 13). Ilman käyttäjähallintaa laitteeseen voi kuka tahansa lähettää tekstiviestejä ja oikeat komennot tietäen hallita laitetta. Tietenkin riski sille, että kukaan ainakaan vahingossa lähettäisi laitteeseen sen ymmärtämiä komentoja, on häviävän pieni. Käyttäjähallinnan puuttuminen on kuitenkin selvä ongelma, ja sen käyttöönotto vaatisi lisätutkimusta.

Luvussa 4.2.2 todettiin, että oletustilassaan (eli esimerkiksi heti virtojen kytkemisen jälkeen) uTrace yhdistää I/O-portin pinnit 2 ja 3 pinneihin 1 ja 5, ja näin ollen kytkee releeseen sen ohjausjännitteen. Tämän työn prototyypin tapauksessa rele näin ollen kytki ohjattavan led-valon virtapiiriin, ja valo paloi. Prototyypissä käytettiin kytkevää relettä. Jos haluttaisiin tilanne missä rele ei kytkisi ohjattavan laitteen virtapiiriä uTracen käynnistytyn jälkeen, voitaisiin käyttää oikealla tavalla kytkettyä vaihtavaa relettä. Yksinkertaisempaa toki olisi määritellä uTrace oletuksena katkaisemaan pinnien 2 ja 3 yhteys pinneihin 1 ja 5, mutta tähän ei löydetty keinoja.

Myös uTrace-laitteeseen liittyvän lähdemateriaalin suppeus ja ylimalkaisuus aiheuttivat – jos eivät suoranaisia ongelmia – niin ainakin hidastivat työn etenemistä. Moni asia ratkesi lähes puolivahingossa, tosin yleensä pitkän testaamisen seurauksena. Tutkimustyötä hidasti myös uTrace-laitteen I/O-porttiin sopivan liittimen ja kaapelin hankinnan vaikeus sekä Fastraxin henkilöstön lomautukset.

Edellä mainittujen ongelmien ratkaisemisen jälkeenkin viimeisenä esteenä laitteen käyttöönotolle saattaa olla käyttäjän vakuutusyhtiö. Asiaa ei tässä yhteydessä tutkittu, mutta ennen asennusta kannattaa tarkistaa vakuutusehdoista miten olemassa oleva autovakuutus asiaan suhtautuu.

5.3 Muita sovelluksia

uTrace Evaluation Kit -paikannuslaite osoittautui varsin monipuoliseksi laitteeksi, jota voidaan paikannuksen lisäksi käyttää moneen muuhunkin tarkoitukseen. Autoon asennettuna laite voi toimia esimerkiksi varashälyttimenä liikeanturiaan hyväksi käyttäen ja autovarkauden sattuessa siihen voidaan lähettää sijaintitietokyselyitä. Se voidaan antaa lapselle tai vanhukselle mukaan, ja näin ollen saada selville heidän kulloinenkin sijaintinsa. Kun laitteeseen yhdistetään kuuloke/mikrofi-yhdistelmä, sillä voidaan myös soittaa äänipuheluita laitteeseen määriteltyihin numeroihin. Kehitysmahdollisuuksia on paljon, ja laite tarjoaa monipuolisen ohjelmoitavuuden.

Lähteet

Discovery Communications 2010. How remote entry works; Modern security. Viitattu 27.4.2010. <http://auto.howstuffworks.com/remote-entry2.htm>

Eberspächer. Huipputekniikolla lisää mukavuutta ja turvallisuutta. Viitattu 25.4.2010. [http://www.trans-huolto.fi/Yleisesite 2003.pdf](http://www.trans-huolto.fi/Yleisesite%2003.pdf)

Fastrax Oy. 2008a. Hardware Description uTrace03, rev 1.4. Tulostettu 10.10.2009. <http://www.fastraxgps.com/showfile.cfm?guid=baf20ddb-2744-47d6-b4e1-ff1c0052882f>

Fastrax Oy. 2008b. uTrace Electrical Connectivity Guide, rev 0.1. Tulostettu 10.10.2009. <http://www.fastraxgps.com/showfile.cfm?guid=d3ba00e3-5c8b-4bcb-be56-a08587ae941d>

Fastrax Oy. 2008c. uTrace Toolkit Application Reference Manual, rev 0.18. Tulostettu 13.1.2010. <http://www.fastraxgps.com/showfile.cfm?guid=99fe206f-0ecf-48b3-8b7a-88163d2433ef>

Fastrax Oy. 2008d. User Guide, uTrace Evaluation Kit, rev 2.1. Tulostettu 10.10.2009. <http://www.fastraxgps.com/showfile.cfm?guid=22d032fe-ef32-4d4a-8a46-d4ca3e9133cd>

Fastrax Oy. 2010. Fastrax in a Nutshell. Viitattu 21.4.2010. <http://www.fastraxgps.com/company/>

Haiko, T. 2009. Analoginen elektroniikka; Komponentit, mittalaitteet, peruskytkennät, simulointi. Helsinki: WSOYpro Oy.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2008. Tutki ja kirjoita. 13. - 14. osin uudistettu painos. Helsinki: Tammi.

Järvinen, P. & Järvinen, A. 2004. Tutkimustyön metodeista. Tampere: Opinpajan kirja.

Kaha Oy. 2010a. Defa SmartStart. Viitattu 25.4.2010. <http://www.kaha.fi/category.php?cid=105&pid=220>

Kaha Oy. 2010b. GSM Kauko-ohjauslaite, WebControl 2. Viitattu 26.4.2010. http://www.kaha.fi/UserFiles/File/pdf/webasto_Webcontrol_2_ohje_2003_11.pdf

Kaha Oy. 2010c. Käyttö- ja huolto-ohjeet T100 HTM. Viitattu 25.4.2010. http://www.kaha.fi/UserFiles/File/pdf/webasto_Telestart_T100_HTM_ohje.pdf

Kämppi, P., Rajamäki, J. & Guinness, R. 2009. Information security risks for satellite tracking. International Journal of Computers and Communication. Issue 1, Volume 3. 9 - 16.

Master Navigator Software. 2010. NMEA 0183: Merielektroniikan liityntästandardi. Tulostettu 14.4.2010. http://www.elisanet.fi/master.navigator/Fi_InfoNmea.htm

National Space-Based Positioning, Navigation, and Timing Coordination Office. 2010. Global Positioning System. Tulostettu 6.4.2010.
<http://www.gps.gov/systems/gps/index.html>

Nielsen, J. 1993. Usability engineering. San Diego: Academic Press.

Patama, P. 2010. Puhelinkeskustelu 11.4.2010. Trevoc Ltd. Espoo.

Penttinen, J. 2006. Tietoliikennetekniikka; Perusverkot ja GSM. Helsinki: WSOY.

Salminen, M. 2009. GSM/GPRS -moduulin etähallintasovellus. Satakunnan ammatti-korkeakoulu. Pori. Opinnäytetyö.

Saterisk. 2009. Saterisk. Viitattu 6.4.2010.
<http://saterisk.com/>

Tekniikan Sanastokeskus ry. 2002. Paikannussanasto. Viitattu 18.4.2010.
<http://www.tsk.fi/tiedostot/pdf/paikannussanasto.pdf>

Vattenfall Oy. 2007. Auton esilämmittäminen. Tulostettu 11.4.2010.
<http://www.vattenfall.fi/fi/auton-lammittaminen.htm>

Wikipedia. 2010a. General Packet Radio Service. Tulostettu 6.4.2010.
http://en.wikipedia.org/wiki/General_Packet_Radio_Service

Wikipedia. 2010b. NMEA 0183. Viitattu 14.4.2010.
http://en.wikipedia.org/wiki/NMEA_0183

Wikipedia 2010c. Näennäissatunnaislukugeneraattori. Viitattu 27.4.2010.
http://en.wikipedia.org/wiki/Rolling_code

Kuvat, kuviot ja kaaviot

Kuva 1: uTrace Evaluation Kit -paikannuslaite	12
Kuva 2: Sim-kortin asentaminen	13
Kuva 3: Xwoda litium-ioni akku	13
Kuva 4: Liitännät	15
Kuvio 5: Prototyypin kytkentäkaavio	22
Kuva 6: Valmis prototyyppi.....	24
Kuva 7: Hyperterminal connection name	25
Kuva 8: Hyperterminal COM-portti.....	25
Kuva 9: Hyperterminal COM-portin asetukset.....	26
Kaavio 10: Akun toiminta-aika	35

Taulukot

Taulukko 1: Käyttöliittymän merkkivalojen tilat (Fastrax 2008d, 15).....	14
Taulukko 2: Virankulutus ja käyttölämpötilat (Fastrax 2008a, 5)	16
Taulukko 3: Käytettävyys	19
Taulukko 4: GPIO komento (Fastrax 2008c, 57)	27
Taulukko 5: GPIO B portin tila binäärilukuna	28
Taulukko 6: GPIO pinnit (Fastrax 2008a, 15-16)	29
Taulukko 7: GPIO B portin tila ja GPIO pinnien bittijärjestys	30
Taulukko 8: Param-komento (Fastrax 2008c, 62).....	32